

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-316563

(43)Date of publication of application : 29.11.1996

(51)Int.Cl. H01S 3/18

(21)Application number : 07-115762

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.1995

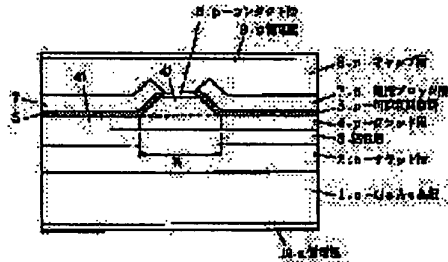
(72)Inventor : MATSUMOTO MITSU HARU
HAYASHI NOBUHIKO
GOTOU TAKEKANE
KUNISATO TATSUYA
IBARAKI AKIRA

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor laser device which is high in output, low in noise, stable in a lateral mode, and large in degree of freedom of design.

CONSTITUTION: A P-saturable absorption layer 5 possessed of a band gap nearly equal to that of an active layer 3 is formed on the flat 40 of a P-type clad layer 4 and the side face of a ridge 41. An N-current block layer 7 possessed of a larger energy band gap than the energy of oscillation light is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3268958

[Date of registration] 18.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(2)

特開平8-316563

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層に導波路が形成される半導体レーザ装置において、前記導波路の両側の領域上に可飽和吸収層が設けられたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 活性層上に平坦部と前記平坦部の中央部に形成されたストライプ状のリッジ部とからなるクラッド層が設けられ、前記リッジ部の側面および前記平坦部上に電流阻止層が形成された半導体レーザ装置において、前記リッジ部の両側の前記平坦部上に可飽和吸収層が設けられたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記電流阻止層は、発振光のエネルギーよりも大きいエネルギーのバンドギャップを有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記可飽和吸収層は、前記リッジ部の側面および前記平坦部の上面と前記電流阻止層との間に設けられたことを特徴とする請求項2または3記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高出力特性および低雑音特性を有する半導体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスクシステム用の光源として使用される半導体レーザ装置は、再生時には低雑音特性が要求され、記録時には高出力特性が要求される。半導体レーザ装置を光ディスクシステムで用いた場合には、光ディスクからの戻り光により雑音が発生する。このように、半導体レーザ装置から出射した光が外部の光学系によって反射され、半導体レーザ装置自身に戻ることににより発生する雑音を戻り光雑音と呼ぶ。

【0003】 このような戻り光雑音を低減するために自動発振現象を利用することが知られており、可飽和吸収特性を有する層（以下、可飽和吸収層と呼ぶ）を備えた自動発振型半導体レーザ装置が提案されている。

【0004】 図9は高出力特性および低雑音特性を有する従来のAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。図9において、n-GaAs基板1上に、Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるn-クラッド層2、アンドープのAl_{0.1}Ga_{0.9}Asからなる活性層3およびAl_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるp-クラッド層4が順に形成されている。p-クラッド層4は、活性層3上に形成された平坦部40およびその平坦部40上の中央部に形成されたストライプ状のリッジ部41からなる。

【0005】 リッジ部41中には、p-Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるp-可飽和吸収層50が設けられている。リッジ部41上にはp-GaAsからなるp-コンタクト層6が形成され、リッジ部41の両側および平坦部40上には、n-Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるn-電流ブロック層7が形成されている。

2

【0006】 p-コンタクト層6上およびn-電流ブロック層7上には、p-GaAsからなるp-キャップ層8が形成されている。p-キャップ層8の上面にはp側電極9が形成され、n-GaAs基板1の下面にはn側電極10が形成されている。

【0007】 この半導体レーザ装置において、p側電極9から供給された電流はn-電流ブロック層7によりブロックされ、ストライプ状のリッジ部41のみに注入される。また、リッジ部41下での実効的な屈折率がリッジ部41の領域を除く平坦部40下での実効的な屈折率に比べて大きくなるので、リッジ部41下の領域に屈折率導波機構による光導波路が形成され、水平方向の光の閉じ込めが行われる。

【0008】 また、クラッド層2、4のバンドギャップが活性層3のバンドギャップよりも大きくなっており、活性層3の屈折率がそれを挟むクラッド層2、4の屈折率よりも高くなっている。それにより、光が活性層4に閉じ込められる。このようなダブルヘテロ構造により垂直方向の光の閉じ込めが行われる。

【0009】 図9の半導体レーザ装置においては、n-電流ブロック層7のバンドギャップが活性層3のバンドギャップよりも大きくなっている。それにより、活性層3での発振光がn-電流ブロック層7で吸収されない。したがって、n-電流ブロック層7での光の吸収損失が少なく、高出力特性が得られる。一方、リッジ部41中に設けられたp-可飽和吸収層50により発振スペクトルが自動発振を起し、可干渉性が低下することにより戻り光雑音が低減される。このようにして、高出力特性および低雑音特性が得られる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、図9の従来の半導体レーザ装置においては、高出力特性を得るためにn-電流ブロック層7のバンドギャップが大きくなっている。活性層3において発生した光がn-電流ブロック層7により吸収されない。そのため、n-電流ブロック層7により活性層での発振光を吸収することにより屈折率導波を行う半導体レーザ装置に比べて、屈折率導波機構による水平方向に光の閉じ込めが弱く、利得導波型の半導体レーザ装置に近づく。

【0011】 その結果、横モードが不安定となる。例えば、光出力を増加させると、電流-光出力特性にキックと呼ばれる非直線性が生じ、同時にレーザビームの出射方向の移動、出力のゆらぎなどが生じる。特に、半導体レーザ装置を光ディスクシステムで用いる場合には、横モードが安定であることが要求される。

【0012】 なお、上記横モードの不安定さを少しでも抑制するためには、活性層3で発生した光がリッジ部41中にあるp-可飽和吸収層50で吸収される量を低減するように、活性層3とp-可飽和吸収層50との間の距離を大きく設定しなければならない。それにより、素

(3)

特開平8-316563

3

子の設計の自由度が制限されることになる。

【0013】本発明の目的は、高出力特性および低雑音特性を實現しつつ、構モードが安定でかつ設計の自由度が大きい半導体レーザ装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体レーザ装置は、活性層に導波路が形成される半導体レーザ装置において、導波路の両側の領域上に可飽和吸収層が設けられたものである。

【0015】特に、活性層上に平坦部とその平坦部上の中央部に形成されたストライプ状のリッジ部とからなるクラッド層が設けられ、リッジ部の側面および平坦部上に電流阻止層が形成された半導体レーザ装置の場合、リッジ部の両側の平坦部上に可飽和吸収層が設けられることが好ましい。

【0016】また、電流阻止層は、発振光のエネルギーよりも大きいエネルギーのバンドギャップを有することが好ましい。さらに、可飽和吸収層は、リッジ部の側面および平坦部の上面と電流阻止層との間に設けられてもよい。

【0017】

【作用】本発明に係る半導体レーザ装置においては、導波路の両側の領域上に可飽和吸収層が設けられている。特に、リッジ型タイプの半導体レーザ装置の場合には、リッジ部の両側の平坦部上に可飽和吸収層が設けられている。そのため、可飽和吸収層により自励発振が得られるとともに、その可飽和吸収層により活性層での発振光が吸収される。それにより、屈折率導波路による水平方向の光の閉じ込めが良好となり、構モードが安定する。また、可飽和吸収層による発振光の吸収を低減する必要がないので、可飽和吸収層と活性層との距離を大きく設定する必要はなく、素子の設計の自由度が大きくなる。

【0018】したがって、高出力特性および低雑音特性を實現しつつ、構モードが安定でかつ設計の自由度が大きい半導体レーザ装置が得られる。電流阻止層が発振光のエネルギーよりも大きいエネルギーのバンドギャップを有する場合には、電流阻止層での光吸収損失が少なくないので、より高出力特性が得られる。

【0019】また、可飽和吸収層がリッジ部の側面およ

4

び平坦部の上面と電流阻止層との間に設けられている場合には、可飽和吸収層および電流阻止層を連続的な工程で形成することができる。

【0020】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

【0021】図1において、n-GaAs基板1上に、n-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるn-クラッド層2、アンドープのAl_{0.15}Ga_{0.85}Asからなる活性層3およびp-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるp-クラッド層4が順に形成されている。p-クラッド層4は、活性層3上に形成された平坦部40およびその平坦部40の中央部に形成されたストライプ状のリッジ部41からなる。p-クラッド層4のリッジ部41の両側面および平坦部40上には、p-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるp-可飽和吸収層5が形成されている。

【0022】p-クラッド層4のリッジ部41上には、p-GaAsからなるp-コンタクト層6が形成され、p-可飽和吸収層5上には、n-Al_{0.15}Ga_{0.85}Asからなるn-電流ブロック層7が形成されている。p-コンタクト層6上およびn-電流ブロック層7上には、p-GaAsからなるp-キャップ層8が形成されている。p-キャップ層8の上面にはAu/Crからなるp側電極9が形成され、n-GaAs基板1の下面にはAu/Sn/Crからなるn側電極10が形成されている。

【0023】なお、p-クラッド層4の平坦部40とリッジ部41との間に、レーザ光のエネルギーhν(hはプランク定数、νは発振光の振動数)よりも大きなエネルギーのバンドギャップを有するエッチング停止層を設けてもよい。

【0024】表1にn-クラッド層2、活性層3、p-クラッド層4、p-可飽和吸収層5およびn-電流ブロック層7の材料、屈折率、バンドギャップおよび膜厚を示す。なお、リッジ部41の下面の幅Wは例えば3μmである。

【0025】

【表1】

(4)

特開平8-316563

5

6

	材 料	屈折率	バンドギャップ	膜厚 (μm)
n-クラッド層2	$Al_{0.45}Ga_{0.55}As$	N_{cc}	E_{cc}	1.5
活 性 層 3	$Al_{0.15}Ga_{0.85}As$	N_A	E_A	0.05
p-クラッド層4	$Al_{0.45}Ga_{0.55}As$	N_{pc}	E_{pc}	0.1 (平坦部)
p-可飽和吸収層5	$Al_{0.15}Ga_{0.85}As$	N_{sa}	E_{sa}	0.01
n-電流ブロック層7	$Al_{0.45}Ga_{0.55}As$	N_c	E_c	0.5

【0026】p-可飽和吸収層5のバンドギャップ E_{sa} は活性層3のバンドギャップ E_A （ $\hbar h\nu$ ）にはほぼ等しい。n-クラッド層2のバンドギャップ E_{cc} およびp-クラッド層4のバンドギャップ E_{pc} は活性層3のバンドギャップ E_A （ $\hbar h\nu$ ）よりも大きい。n-電流ブロック層7のバンドギャップ E_c は活性層3のバンドギャップ E_A （ $\hbar h\nu$ ）よりも大きい。

【0027】また、n-クラッド層2の屈折率 N_{cc} およびp-クラッド層4の屈折率 N_{pc} は活性層3の屈折率 N_A よりも小さく、かつn-電流ブロック層7の屈折率 N_c よりも大きい。

【0028】次に、図1の半導体レーザ装置の製造方法を図2～図6の工程断面図を参照しながら説明する。まず、図2に示すように、n-GaAs基板1上に、MOCVD法（有機金属化学的気相成長法）またはMBE法（分子線エビタキシャル成長法）により、n- $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ からなるn-クラッド層2、アンドープの $Al_{0.15}Ga_{0.85}As$ からなる活性層3、p- $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ からなるp-クラッド層4a、p- $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ からなるp-エッチング停止層11、p- $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ からなるp-クラッド層4b、およびp-GaAsからなるp-コンタクト層6を連続成長させる。

【0029】次に、図3に示すように、p-コンタクト層6上の中央部にストライプ状の SiO_2 マスク（図示せず）を形成した後、 SiO_2 マスクの領域を除いてp-コンタクト層6およびp-クラッド層4bをエッチング停止層11までエッチングし、リッジ部を形成する。エッチング液としては、有機カルボン酸および過酸化水素の混合液を用いる。その後、 SiO_2 マスクをHF（フッ化水素）を用いて除去する。図3では、リッジ部の領域を除いてエッチング停止層11が除去されているが、p-クラッド層4a上の全体にエッチング停止層1

1が残っていてもよい。

【0030】次に、図4に示すように、MOCVD法またはMBE法により、p-コンタクト層6上、p-クラッド層4bの側面およびp-クラッド層4a上に、p- $Al_{0.15}Ga_{0.85}As$ からなるp-可飽和吸収層5およびn- $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ からなるn-電流ブロック層7を順に形成する。

【0031】さらに、図5に示すように、リン酸系のエッチング液を用いて、p-コンタクト層6上のn-電流ブロック層7およびp-可飽和吸収層5をエッチングする。最後に、図6に示すように、MOCVD法またはMBE法により、p-コンタクト層6上およびn-電流ブロック層7上にp-GaAsからなるp-キャップ層8を形成し、p-キャップ層8の上面にAu/Crからなるp側電極9を形成し、n-GaAs基板1の下面にAu/Sn/Crからなるn側電極10を形成する。

【0032】本実施例の半導体レーザ装置では、p-可飽和吸収層5がp-クラッド層4の平坦部40上およびリッジ部41の側面に設けられているので、p-可飽和吸収層5により自励発振が得られるとともに、そのp-可飽和吸収層5により活性層3で発生した光が吸収される。それにより、屈折率導波機構による水平方向の光の閉じ込めが良好となり、横モードが安定する。

【0033】また、p-可飽和吸収層5と活性層3との距離を大きく設定することが要求されない。素子の設計の自由度が大きくなる。したがって、高出力特性および低雑音特性を実現しつつ、横モードが安定でかつ設計の自由度が大きい半導体レーザ装置が得られる。

【0034】図7は本発明の第2の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。図7の半導体レーザ装置が図1の半導体レーザ装置と異なるのは、p-クラッド層4のリッジ部41中にもp- $Al_{0.15}Ga_{0.85}As$ からなるp-可飽和吸収層

(5)

特開平8-316563

7

51が設けられている点である。他の部分の構成は、図1の半導体レーザ装置の構成と同様である。

【0035】図7の半導体レーザ装置においては、リッジ部41中に設けられたp-可飽和吸収層51により自励発振特性をさらに強められ、低雑音特性がより向上する。図8は本発明の第3の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

【0036】図8の半導体レーザ装置が図1の半導体レーザ装置と異なるのは、n-クラッド層2中にn-Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなるn-可飽和吸収層52がさらに設けられている点である。他の部分の構成は、図1の半導体レーザ装置の構成と同様である。

【0037】図8の半導体レーザ装置においては、n-クラッド層2中に設けられたn-可飽和吸収層52により自励発振特性がさらに強められ、低雑音特性がより向上する。

【0038】なお、上記実施例では、本発明をリッジ型AlGaAs系半導体レーザ装置に適用した場合を説明したが、本発明は高出力特性および低雑音特性を有するAlGaInP系半導体レーザ装置等の他の半導体レーザ装置にも同様に適用することができる。

【0039】また、上記実施例では活性層3が単一の層からなるが、量子井戸構造を有する活性層を用いてもよい。この場合も、電流ブロック層が発振光のエネルギーよりも大きいエネルギーのバンドギャップを有することが好ましい。

【0040】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、導波路の両側の領域上に可飽和吸収層が設けられているので、可飽和吸収層により自励発振が得られるとともに、屈折率導波機構による水平方向の光の閉じ込めが良好となる。また、可飽和吸収層と活性層との間の距離を大きく設定することが要求されない。したがって、高出力特性および低雑音特性を実現しつつ、簡モードが安定かつ設計の自由度が大きい半導体レーザ装置が得られる。

【0041】特に、電流阻止層が発振光のエネルギーよりも大きいエネルギーのバンドギャップを有する場合に*

8

*は、電流阻止層での光吸収損失が少なくなり、より高出力特性が得られる。

【0042】また、可飽和吸収層がリッジ部の側面および平坦部の上面と電流阻止層との間に設けられている場合には、可飽和吸収層および電流阻止層を連続的な工程で形成することが可能となり、製造時間および製造コストが低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

【図2】図1の半導体レーザ装置の製造方法を示す第1の工程断面図である。

【図3】図1の半導体レーザ装置の製造方法を示す第2の工程断面図である。

【図4】図1の半導体レーザ装置の製造方法を示す第3の工程断面図である。

【図5】図1の半導体レーザ装置の製造方法を示す第4の工程断面図である。

【図6】図1の半導体レーザ装置の製造方法を示す第5の工程断面図である。

【図7】本発明の第2の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

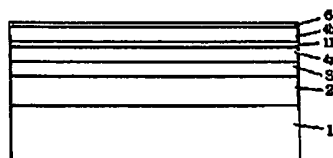
【図8】本発明の第3の実施例によるAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

【図9】従来のAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を示す模式的断面図である。

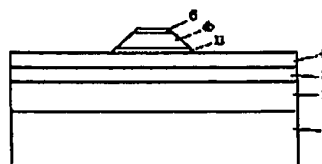
【符号の説明】

- 1 n-GaAs基板
- 2 n-クラッド層
- 3 活性層
- 4、4a、4b p-クラッド層
- 5、51 p-可飽和吸収層
- 52 n-可飽和吸収層
- 7 n-電流ブロック層
- 40 平坦部
- 41 リッジ部

【図2】



【図3】



(7)

特開平8-316563

フロントページの続き

(72)発明者 園田 竜也

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 荻木 晃

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内